

*Lechosław Nykiel**

PRACOCHOŁONNOŚĆ I MATERIAŁOCHŁONNOŚĆ
WIELORODZINNEGO BUDOWNICTWA MIESZKANIOWEGO
NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH SYSTEMÓW
TECHNOLOGICZNO-KONSTRUKCYJNYCH

Rozwój wielorodzinnego budownictwa mieszkaniowego wciąż natrafia na barierę materiałową i barierę siły roboczej. Dotychczasowe rezultaty w zakresie objęcia niemal całego uspołecznionego budownictwa mieszkaniowego realizacją metodami uprzemysłowionymi, w tym głównie wielkopłytkową, nie gwarantują jeszcze pełnego wykonania zadań określonych przez nadal ogromne potrzeby mieszkaniowe. Wynika stąd konieczność dalszego doskonalenia techniki budowania, co obejmuje także wprowadzanie coraz nowocześniejszych systemów technologiczno-konstrukcyjnych mniej praco- i materiałochłonnych, a jednocześnie zapewniających użytkownikowi wysoki komfort.

Stosowane obecnie w budownictwie mieszkaniowym rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne wykazują istotne różnice w zakresie zużycia podstawowych materiałów i pracochołoności, dlatego też już teraz należy rozważyć celowość dalszego wykorzystywania niektórych z nich.

Przeprowadzona w niniejszej pracy analiza wybranych systemów realizacji wielorodzinnego budownictwa mieszkaniowego na terenie miasta Łodzi oparta została na kryterium, którym jest zużycie materiałów i nakłady robocizny. Nie oznacza to oczywiście, że jest to kryterium jedyne, jednak wydaje się, że należy je uznać za jedno z najważniejszych przy wyborze rozwiązania najefektywniejszego.

Analiza obejmuje następujące systemy: „Dąbrowa 70”, „Szczecin”,

* Mgr, asystent w Zakładzie Ekonomiki Budownictwa i Inwestycji Instytutu Ekonomiki Produkcji Uniwersytetu Łódzkiego.

„W-70”, ponadto w każdym z nich uwzględniono osobno budynki V- i XI-kondygnacyjne¹.

I. PRACOCHOŃNOŚĆ

Przy omawianiu pracochłonności produkcji budowlanej konieczne jest przedstawienie jej w rozbiu na kolejne ogniwa procesu realizacji, tzn. na produkcję prefabrykatów oraz transport i roboty budowlano-montażowe na placu budowy; ponadto w ostatnim ogniwie należy także uwzględnić podział na stan zerowy, stan surowy i roboty wykończeniowe. Samo określenie struktury pracochłonności w podanych przekrojach może ujawnić istnienie pewnych tendencji i zależności, a także wskazać kierunki dalszego doskonalenia metod budowania.

1. PRODUKCJA PREFABRYKATÓW

Prefabrykacja oraz pozostała produkcja pomocnicza stanowią pierwszy etap ciągu produkcyjnego; pracochłonność w tej fazie realizacji przedstawia tab. 1.

Tabela 1

Pracochłonność produkcji prefabrykatów i innych wyrobów wytwarzanych przez zakłady produkcji pomocniczej w odniesieniu do budynków V- i XI-kondygnacyjnych (roboczegodziny na 1 m² powierzchni użytkowej)

Rodzaj produkcji	„Dąbrowa 70”			„Szczecin”			„W-70”		
	V	XI	średnio	V	XI	średnio	V	XI	średnio
Produkcja zakładów prefabrykacji	2,27	2,27	2,27	9,54	9,54	9,54	6,90	6,90	6,90
Wyroby ślusarskie	0,57	0,57	0,57	0,67	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66
Wyroby stolarskie	0,13	0,13	0,13	0,38	0,38	0,38	0,30	0,30	0,30
Prefabrykaty sanitarne	1,00	1,12	1,08	0,55	0,55	0,55	0,59	0,59	0,59
Prefabrykaty elektryczne	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Razem	4,00	4,13	4,09	11,18	11,18	11,18	8,49	8,49	8,49

Źródło: Dane BPEBO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

¹ Wszystkie dane liczbowe zaprezentowane w tym opracowaniu uzyskano w Biurze Projektowo-Badawczym Budownictwa Ogólnego „Miastoprojekt Łódź-Miasto”, które zebrało je w drodze własnych obserwacji całego cyklu realizacji bezpośrednio na placach budów. Do obserwacji wybrano budynki o tak dobranej kubaturze, liczbie klatek, strukturze mieszkań itp., aby wyniki były w możliwie najmniejszym stopniu obciążone różnicami nie wynikającymi z istoty systemu.

W pierwszym rzędzie zwraca uwagę niemal pełna zbieżność pracochłonności produkcji elementów i wyrobów dla budynków V- i XI-kondygnacyjnych, co nie jest dziwne, bowiem te same elementy stosowane są do wznoszenia budynków w obu wysokościach. Występuje oczywiście szereg prefabrykatów służących tylko do realizacji obiektów o określonej wysokości, jak np. obudowy szybów windowych, jednak stanowią one niewielką część ogółu elementów, stąd nie rzutują na sumaryczną pracochłonność. Także stosowanie wyższych marek cementu lub większych przekrojów zbrojenia nie podnosi pracochłonności produkcji.

Zasadnicze znaczenie z punktu widzenia stosowanych kryteriów oceny technologii posiada łączna pracochłonność w całej sferze produkcji pomocniczej. Różnice między poszczególnymi systemami są zaskakująco duże: jeśli przyjąć za 100 łączną pracochłonność systemu „Dąbrowa 70”, to w przypadku systemu „Szczecin” wynosi ona 273, a w przypadku systemu „W-70” — 208. Jeszcze jaskrawiej prezentują się różnice w zakresie pracochłonności w samych tylko zakładach prefabrykacji. Analogiczne wskaźniki są tu następujące: system „Dąbrowa 70” — 100, system „Szczecin” — 420, system „W-70” — 304. Rozbieżności są tutaj znacznie większe niż w koszcie produkcji prefabrykatów². Wydaje się to dziwne, gdyż lepsze wyposażenie w maszyny i urządzenia fabryki domów niż zakładu poligonowego nakazuje sądzić, że relacja pracochłonności między systemami „Dąbrowa 70” i „Szczecin” winna być dla tego drugiego bardziej korzystna, niż miało to miejsce w przypadku kosztu jednostkowego produkcji prefabrykatów. Gdzie należy szukać źródeł tego zjawiska? Charakterystyka wytwórni elementów dla budynków realizowanych wg tych systemów ukazuje roczną wydajność na jednego zatrudnionego w tych zakładach pracownika produkcyjnego. Wydajność ta, liczona ilościowo i wartościowo, jest w fabryce domów ok. 2-krotnie niższa, niż w wytwórni elementów dla systemu „Dąbrowa 70”. Sądzić należy, iż jest to wynik dążenia do jak największego stopnia wykończenia elementów w systemie „Szczecin”, a roboty wykończeniowe są w tej sferze produkcji bardzo pracochłonne. Także duży zakres prefabrykacji, obejmujący m. in. wykonywanie w wytwórni całych, w pełni wykończonych i wyposażonych, kabin sanitarnych, niewątpliwie pociąga za sobą tak znaczne nakłady robocizny.

System „W-70” wymaga mniejszego zaangażowania siły roboczej,

² Zebrane przez BPBBO „Miastoprojekt Łódź-Miasto” informacje dotyczyły oprócz pracochłonności i materiałochłonności także innych elementów, w tym i kosztów, nie zostały one tu jednak przedstawione ze względu na ulegający szybkim zmianom poziom cen. Natomiast relacje kosztów mają bardziej trwały charakter, dzięki czemu przytoczona uwaga jest nadal aktualna.

niż system „Szczecin”, mimo iż stopień uprzemysłowienia, a więc i zakres prefabrykacji oraz poziom wykończenia elementów, jest zbliżony. Sądzić należy, że po wybudowaniu fabryki domów dla systemu „W-70” pracochłonność produkcji elementów ulegnie dalszemu obniżeniu dzięki zastosowaniu wydajniejszych i nowocześniejszych linii technologicznych niż w zakładzie poligonowym, produkującym obecnie elementy w tym systemie.

Pracochłonność wyrobów ślusarskich oraz prefabrykacji elektrycznej nie wykazuje zasadniczych różnic. Jest to zrozumiałe, gdyż zakres instalacji elektrycznych oraz elementów ślusarskich jest zbliżony we wszystkich budynkach. Pracochłonność w stolarni jest w systemie „Dąbrowa 70” wyraźnie niższa niż w pozostałych systemach, co wynika z mniejszego wykorzystywania własnej stolarni do produkcji wyposażenia meblowego i stolarki; ponadto decyduje tu mniejszy niż w innych systemach zakres wyposażenia meblowego.

Wyrazna przewaga technologii o wysokim stopniu uprzemysłowienia widoczna jest w zakresie prefabrykacji sanitarnej, tym bardziej jeśli wziąć pod uwagę, że zakres tej prefabrykacji jest w tych systemach większy niż w systemie „Dąbrowa 70”. Świadczy to o słuszności zaprojektowania w nowych technologiach wykonywania całych kabin sanitarnych w zakładach prefabrykacji.

2. TRANSPORT

Drugim ogniwem produkcji jest transport. Trudno jest tutaj porównywać systemy ze względu na różne odległości dowozu prefabrykatów i pozostałych materiałów budowlanych.

Pracochłonność transportu liczona w roboczogodzinach na 1 m² pow. użytkowej kształtuje się następująco:

system „Dąbrowa 70”	0,33;
system „Szczecin”	0,28;
system „W-70”	0,31.

Średnia odległość dowozu prefabrykatów wynosi natomiast: „Dąbrowa 70” — 12 km, „Szczecin” — 12 km, „W-70” — 5 km. Wynika stąd, że pracochłonność transportu jest najniższa w systemie „Szczecin”, a najwyższa — uwzględniając odległość dowozu — w systemie „W-70”. Dziwić może wyższa pracochłonność transportu w systemie „Dąbrowa 70” niż w systemie „Szczecin”, gdyż większy zakres prefabrykacji i wyższy stopień wykończenia elementów wskazują raczej na większą pracochłonność transportu. Stan faktyczny można wytłumaczyć dobrym wyposażeniem w specjalistyczny tabor i dobrą organizacją transportu w Łódzkim Kombinie Budowy Domów. Sprawa właściwej organizacji

transportu ma duże znaczenie, nie tyle z punktu widzenia pracochłonności, co ze względu na jego ogromną kapitałochłonność. Oznacza to, że mimo niewielkiego udziału transportu w całkowitym koszcie czy łącznej pracochłonności jego znaczenie nie może być bagatelizowane.

3. ROBOTY NA PLACU BUDOWY

Ostatnim ogniwem produkcji są roboty budowlano-montażowe na placu budowy. Faza ta ma decydujące znaczenie z dwu zasadniczych powodów, a mianowicie:

- w jej wyniku powstaje gotowy obiekt;
- pracochłonność przy danych zasobach siły roboczej i sprzętu montażowego wyznacza w zasadzie długość cyklu realizacji.

Pracochłonność w tej fazie musi mieć najwyższą rangę w analizie pracochłonności całego procesu realizacji.

Tabela 2

Pracochłonność rzeczywista robót budowlano-montażowych w odniesieniu do budynków V- i XI-kondygnacyjnych
(roboczogodziny na 1 m² powierzchni użytkowej)

Wyszczególnienie	„Dąbrowa 70”			„Szczecin”			„W-70”		
	V	XI	średnio	V	XI	średnio	V	XI	średnio
Stan zerowy	1,04	1,16	1,12	0,34	0,84	0,69	0,65	0,59	0,60
Stan surowy	2,44	2,42	2,43	1,32	1,18	1,22	1,95	1,77	1,83
Stan wykończeniowy									
roboty budowlane	9,54	10,67	10,33	3,89	4,70	4,46	8,51	7,74	7,97
roboty sanitarne	1,23	1,03	1,09	1,15	1,22	1,20	1,14	1,15	1,15
roboty elektryczne	0,56	0,58	0,57	0,37	0,39	0,38	1,34	1,50	1,45
Razem pracochłonność rzeczywista	14,81	15,86	15,54	7,07	8,33	7,95	13,59	12,75	13,00

Źródło: Dane BPBEO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

Pracochłonność rzeczywista, tj. obejmująca zarówno roboty wykonywane siłami własnymi przedsiębiorstwa jak i wykonywane przez podwykonawców, przedstawiona jest w tab. 2. Zakres prac wykonywanych przez podwykonawców jest stosunkowo niewielki, jeśli brać pod uwagę całość robót. Ich cechą jest to, że muszą być wykonywane przy każdym budynku — niezależnie od systemu, wg którego jest wznoszony. Przykładowo można tu wymienić: roboty ziemne, podłączenie wody, kanalizacji, c.o., instalacja dźwigów osobowych i in. W niniejszej analizie prace te zostaną pominięte w celu wyeliminowania ich wpływu

na łączną pracochłonność, która winna być badana ściśle w odniesieniu do danego systemu.

Tabela 3 przedstawia pracochłonność robót budowlano-montażowych wykonywanych siłami własnymi przedsiębiorstwa. Przed przystąpieniem do jej analizowania można założyć, że systemy wyżej uprzesłowione, bardziej pracochłonne w sferze produkcji pomocniczej, będą mniej pracochłonne na placu budowy. Pogląd ten sprawdza się w odniesieniu do pracochłonności rzeczywistej, jeśli bowiem uwzględnimy, że pewien zakres robót wykonywanych jest przez podwykonawców, stwierdzamy, że relacje pracochłonności w poszczególnych systemach są zbliżone do wykazanych w tab. 2. Przy ocenie pracochłonności poszczególnych grup robót należy szczególną uwagę zwrócić na pracochłonność robót wykończeniowych, gdyż w tej grupie kryją się największe rezerwy dalszego skracania cyklu budowy i zmniejszania pracochłonności.

Tabela 3

Pracochłonność robót wykonywanych siłami własnymi generalnego wykonawcy na placu budowy w odniesieniu do budynków V- i XI-kondygnacyjnych (roboczogodziny na 1 m² powierzchni użytkowej)

Wyszczególnienie	„Dąbrowa 70”			„Szczecin”			„W-70”		
	V	XI	średnio	V	XI	średnio	V	XI	średnio
Stan zerowy	0,32	0,39	0,37	0,18	0,16	0,17	0,24	0,16	0,18
Stan surowy	1,88	2,02	1,98	1,15	1,02	1,05	1,71	1,61	1,65
Stan wykończeniowy									
roboty budowlane	9,53	10,67	10,33	3,39	4,19	3,95	7,70	6,93	7,16
roboty sanitarne	1,22	1,02	1,08	1,15	1,22	1,20	0,96	0,96	0,96
roboty elektryczne	0,56	0,58	0,57	0,37	0,39	0,38	1,34	1,50	1,45
Razem pracochłonność generalnego wykonawcy	13,51	14,68	14,33	6,24	6,98	6,75	11,95	11,16	11,40

Zródło: Dane BPBBO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

System „Szczecin”, najbardziej pracochłonny na etapie produkcji prefabrykatów, okazał się w następnej fazie realizacji najmniej pracochłonny. Jeśli przyjąć pracochłonność w tym systemie za 100, to w systemie „Dąbrowa 70” wynosi ona 212, a w systemie „W-70” — 169. Biorąc pod uwagę coraz bardziej zauważalną „barierę siły roboczej” oraz dążenie do skracania cykli budowy wobec szybko rosnących zadań budownictwa mieszkaniowego, należy wysoko ocenić system „Szczecin”.

Uogólniając — trzeba uznać słuszność realizowanego w naszym kraju programu jak najdalej idącego uprzemysłowienia budownictwa.

Zwraca uwagę stosunkowo wysoka pracochłonność w systemie „W-70”. Według założeń projektowych jest to technologia o stopniu uprzemysłowienia zbliżonym do systemu „Szczecin”, jednak z punktu widzenia pracochłonności prezentuje się zdecydowanie niekorzystnie. Wpływa na to niewątpliwie brak fabryki domów, która stworzyłaby warunki do produkcji elementów zgodnie z wymaganiami tej technologii. Pociąga to za sobą nieco mniejszy od założonego zakres prefabrykacji oraz niższą jakość i stopień wykończenia elementów co z kolei powoduje wyższą niż w systemie „Szczecin” pracochłonność robót wykończeniowych na placu budowy, a te w zasadniczy sposób rzutują na poziom pracochłonności całkowitej.

Ponieważ budowlane roboty wykończeniowe mają największy udział w łącznej pracochłonności, dążenie do ich ograniczenia jest jednym z najważniejszych celów dalszego rozwoju technik wytwarzania w budownictwie. W systemie „Szczecin” ograniczenie robót wykończeniowych zostało posunięte najdalej. Jeśli przyjąć tutaj pracochłonność budowlanych robót wykończeniowych za 100, to w systemie „Dąbrowa 70” wynosi ona 261, a w systemie „W-70” — 181. Wysoką rangę problemu ograniczenia rozmiarów robót wykończeniowych potwierdzają także niewielkie różnice między systemami w pracochłonności pozostałych grup robót oraz stosunkowo nieduża jej bezwzględna wielkość.

4. PRACOCHŁONNOŚĆ CAŁKOWITA

Można teraz dokonać podsumowania pracochłonności wszystkich ogniw produkcji budowlanej. Pozwoli to na udzielenie ostatecznej odpowiedzi na pytanie, który z omawianych systemów jest najefektywniejszy z punktu widzenia nakładów pracy żywej na wytworzenie jednostki efektu użytkowego, jakim jest w tym przypadku 1 m² pow. użytkowej.

Należy spodziewać się, że różnice nie będą tu tak duże, jak w poszczególnych fazach produkcji, gdyż systemy bardziej pracochłonne na etapie produkcji prefabrykatów są mniej pracochłonne w zakresie robót budowlano-montażowych i odwrotnie. Jest to prawidłowość wynikająca z samej istoty uprzemysłowienia, które jest tylko przeniesieniem części robót z placu budowy do stacjonarnego zakładu wytwórczego.

Pracochłonność całkowita w poszczególnych systemach rzeczywiście nie różni się tak bardzo, jak to miało miejsce w przypadku poszczególnych faz produkcji, niemniej różnice sięgają 10⁰%. Dane przedstawione w tab. 4 potwierdzają sformułowaną już poprzednio wysoką ocenę sys-

Tabela 4

Pracochłonność wszystkich ogniw produkcyjnych w odniesieniu do budynków V- i XI- kondygnacyjnych (roboczogodziny na 1 m² powierzchni użytkowej)

Wyszczególnienie	„Dąbrowa 70”			„Szczecin”			„W-70”		
	V	XI	średnio	V	XI	średnio	V	XI	średnio
Zakład prefabrykacji	2,27	2,27	2,27	9,54	9,54	9,54	6,90	6,90	6,90
Pozostała produkcja pomocnicza	1,73	1,86	1,82	1,64	1,64	1,64	1,59	1,59	1,59
Razem produkcja pomocnicza	4,00	4,13	4,09	11,18	11,18	11,18	8,49	8,49	8,49
Transport	0,34	0,32	0,33	0,26	0,28	0,27	0,30	0,32	0,31
Roboty stanu zerowego i surowego	2,20	2,41	2,35	1,33	1,18	1,22	1,95	1,77	1,83
Roboty wykończeniowe	11,31	12,27	11,98	4,91	5,80	5,53	10,00	9,39	9,57
Razem roboty budowlano-montażowe	13,51	14,68	14,33	6,24	6,98	6,75	11,95	11,16	11,40
Ogółem pracochłonność przedsiębiorstw budowlanych	17,85	19,13	18,75	17,68	18,44	18,20	20,74	19,97	20,20

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BPBEO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

temu „Szczecin”; ustępuje mu miejsca nawet najtańsza z omawianych technologii — „Dąbrowa 70”. Jest to jeszcze wyraźniejsze, gdy weźmie się pod uwagę, że mieszkania w budynkach wznoszonych według tego systemu odznaczają się wyższym standardem wykończenia i wyposażenia.

Uwagę zwraca także wysoka pracochłonność w systemie „W-70”. Nie tłumaczy tego stanu fakt, że jest to system przewidziany do realizacji w fabrykach domów, a w Łodzi elementy produkowane są na poligonie, gdyż w tym przypadku powinna być niższa pracochłonność w zakładzie prefabrykacji. Należy się jednak spodziewać, że po wybudowaniu fabrycznej wytwórni elementów dla tego systemu sytuacja ulegnie poprawie, a przede wszystkim pracochłonność robót wykonywanych na placu budowy zostanie zmniejszona przynajmniej do poziomu, jaki istnieje obecnie w systemie „Szczecin”.

Dla pełnego obrazu należy jeszcze przeanalizować strukturę pracochłonności całkowitej (tab. 5), pozwoli to bowiem na wskazanie watorów technologii wysoko uprzemysłowionych nie tylko w odniesieniu do omawianych systemów, ale w sensie bardziej ogólnym.

Tabela 5

Struktura pracochłonności całkowitej — wielkości średnie
dla budynków V- i XI-kondygnacyjnych (%)

Wyszczególnienie	„Dąbrowa 70”	„Szczecin”	„W-70”
Produkcja prefabrykatów	12,1	52,5	34,2
Pozostała produkcja pomocnicza	9,7	9,0	7,8
Razem produkcja pomocnicza	21,8	61,5	42,0
Transport	1,7	1,4	1,5
Roboty stanu zerowego i surowego	12,5	6,7	9,1
Budowlane roboty wykończeniowe	55,1	21,7	35,5
Roboty instalacyjne (sanitarne i elektryczne)	8,9	8,7	11,9
Razem roboty na placu budowy	76,5	37,1	56,5
Ogółem	100,0	100,0	100,0

Źródło: Obliczenia własne na podstawie tab. 3 i 4.

W pierwszym rzędzie zwraca uwagę różnica udziału produkcji pomocniczej, która w systemie o najniższym stopniu uprzemysłowienia, jakim jest „Dąbrowa 70”, wynosi zaledwie ok. 20%, a w systemie „Szczecin” aż ok. 60%. W systemie „W-70” udział ten wynosi ok. 42% i wynika częściowo z technologii, zakładającej wysoki stopień uprzemysłowienia, dzięki czemu system ten wyraźnie przewyższa system „Dąbrowa 70”. Jednak poligonowa produkcja elementów uniemożliwia osiągnięcie tak wysokiego jak założony zakresu prefabrykacji oraz poziomu wykończenia elementów, co powoduje niższy niż w systemie „Szczecin” udział produkcji pomocniczej w całkowitej pracochłonności. System „Szczecin”, odznaczający się najmniejszą pracochłonnością całkowitą, prezentuje się najkorzystniej także dzięki najniższemu udziałowi robót wykonywanych na budowie.

Na taki czy inny udział robót wykonywanych na placu budowy rzutują przede wszystkim budowlane roboty wykończeniowe. Różnice w udziale pozostałych robót (poza produkcją prefabrykatów) nie są tak duże i nie mają tak wielkiego znaczenia, ponadto jak dotąd prace te muszą być wykonywane w podobnym zakresie przy realizacji budynków w każdej technologii, a możliwości ich poważniejszego ogra-

niczenia są znacznie mniejsze, niż w przypadku budowlanych robót wykończeniowych.

Za uznaniem systemu „Szczecin” za najefektywniejszy przemawia głównie struktura pracochłonności, taka struktura bowiem pozwala na osiągnięcie krótszych cykli budowy, a fabryczna produkcja elementów wpływa na wysokie walory użytkowe mieszkań. Nasuwają się tu jednak także pewne zastrzeżenia: niewielka różnica w całkowitej pracochłonności między systemami „Dąbrowa 70” i „Szczecin” wskazuje, że w tym ostatnim zostało dokonane jedynie proste przesunięcie części prac z placu budowy do zakładu prefabrykacji, a przecież zastosowanie w fabryce domów pełnej mechanizacji procesu produkcji powinno wyraźnie wpłynąć na zmniejszenie pracochłonności robót tu wykonywanych w stosunku do pracochłonności tych samych robót wykonywanych na placu budowy. Oczywiście nie można twierdzić, że gdyby budynki w systemie „Szczecin” realizowane były w warunkach podobnych do warunków realizacji systemu „Dąbrowa 70”, to pracochłonność byłaby taka sama jak obecnie. Z całą pewnością byłaby większa. Czy można zatem uznać analizę za obiektywną, a tym samym, czy słuszne jest przyznanie systemowi „Szczecin” tak wysokiej oceny? Po tej uwadze należy zaznaczyć, że analiza niniejsza nie służy ocenie systemów samych w sobie, lecz ocenie systemów w konkretnych, rzeczywistych warunkach realizacji, a tym samym nie ma potrzeby wnikać w walory systemów przy założeniu odmiennych od faktycznych warunków produkcji.

Z punktu widzenia bezwzględnej pracochłonności najgorzej przedstawia się „W-70”; jest to skutek wspomnianych warunków realizacji, które w tym przypadku są niezgodne z założeniami projektowymi systemu. Niemniej i tak wykazuje on pewną przewagę nad technologią „Dąbrowa 70”, gdyż legitymuje się znacznie korzystniejszą strukturą pracochłonności. Wydaje się, że strukturę tę należy uznać za czynnik decydujący w sytuacji tak niewielkich różnic w pracochłonności bezwzględnej.

II. MATERIAŁOCHŁONNOŚĆ

Rozmiary produkcji materiałów budowlanych są jednym z najważniejszych czynników wyznaczających wielkość produkcji budowlanej. Oprócz samej podaży duże znaczenie ma także element transportochłonności, jego waga wynika z odległości, z jakich musi być dowożone wiele materiałów. W regionie łódzkim żwir w 70% dowożony jest z od-

ległości blisko 300 km, a cement i stal budowlana z ok. 200 km³, zużycie więc tych materiałów powinno odgrywać decydującą rolę przy ocenie metod budowania. W niniejszej analizie zostaną ponadto uwzględnione jeszcze: piasek, keramzyt, wapno i tarcica. Ponieważ zakres stosowania innych materiałów, jak np.: cegła, gips, materiały instalacyjne, farby, stolarka budowlana, szkło, wyroby blacharskie, materiały pokryciowe jest stosunkowo niewielki lub też są one łatwo dostępne, stąd zostaną tu pominięte.

Podobnie jak poprzednio, zużycie materiałów zostanie przedstawione w kolejnych fazach produkcji, przy czym fazą najważniejszą, w której zużywa się najwięcej materiałów, będzie produkcja prefabrykatów.

1. PRODUKCJA PREFABRYKATÓW

W fazie produkcji prefabrykatów jednostką odniesienia nie będzie 1 m² pow. użytkowej, lecz 1 m³ betonu w prefabrykatkach. Dopiero przy omawianiu zużycia całkowitego zostanie dokonane przeliczenie na jednostkę efektu użytkowego.

Tabela 6

Zużycie podstawowych materiałów budowlanych do produkcji prefabrykatów na 1 m³ betonu w prefabrykatkach

Materiał	„Dąbrowa 70”	„Szczecin”	„W-70”
Cement (t)	0,432	0,35	0,30
Żwir (t)	1,366	0,70	1,07
Piasek (t)	0,407	0,44	0,41
Keramzyt (t)	—	0,30	—
Stal zbrojeniowa (kg)	48,52	49,0	39,5

Zródło: Opracowanie własne na podstawie danych BPBBO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

Przedstawione w tab. 6 wielkości wskazują przede wszystkim na rodzaj produkowanych elementów. Największe zużycie materiałów występuje w produkcji prefabrykatów typu „Dąbrowa 70”, co oznacza, że elementy te mają największy ciężar objętościowy. Gdyby zużycie prefabrykatów w m³ na 1 m² pow. użytkowej było identyczne we wszystkich technologiach, wówczas system „Dąbrowa 70” należałoby uznać za najbardziej materiałochłonny. Tak oczywiście nie jest, lecz podane wielkości także mają pewien walor poznawczy, okazuje się bowiem,

³ J. Walewicz, *Efektywność wykorzystania lokalnej bazy surowcowo-materiałowej budownictwa w regionie łódzkim*, „Zeszyty Naukowe UŁ” 1974, S. III, z. 41.

że można produkować elementy stosunkowo lekkie, choć także oparte na betonie.

2. ROBOTY NA PLACU BUDOWY

Na placu budowy poza prefabrykatami zużywane są także inne materiały budowlane, zarówno przy wykonywaniu elementów konstrukcyjnych (fundamenty, wieńce), jak i w robotach wykończeniowych. Wydaje się, że zużycie tych materiałów powinno być najniższe w systemach o wysokim stopniu uprzemysłowienia, jednak przedstawione w tab. 7 liczby wskazują na tendencję wręcz odwrotną: zużycie podstawowych materiałów (cement, żwir, stal zbrojeniowa) jest największe w systemie „Szczecin”, a najmniejsze w systemie o najniższym stopniu uprzemysłowienia jakim jest „Dąbrowa 70”.

Taka sytuacja jest dziwna, gdyż technologia „Szczecin” wg założeń projektowych miała charakteryzować się ograniczeniem do minimum robót „mokrych” na budowie dzięki dużemu zakresowi prefabrykacji oraz wysokiemu stopniowi fabrycznego wykończenia elementów. Z drugiej strony zaskakująca jest niska materiałochłonność robót na placu budowy w systemie „Dąbrowa 70”, który często krytykowany jest właśnie za duży zakres tych robót i — jeśli brać pod uwagę strukturę nakładów pracy żywej — to krytyka ta okazuje się słuszna. Gdzie wobec tego leży źródło takiej sytuacji? Otóż chodzi tu głównie o ogólnobudowlane roboty wykończeniowe. W uprzemysłowionym budownictwie mieszkaniowym są one bardzo pracochłonne, lecz nie wymagają dużego zużycia materiałów, przy czym można tu wymienić: spoinowanie, kucie bruzd, tynkowanie niewielkich powierzchni, osadzanie

Tabela 7

Zużycie podstawowych materiałów budowlanych na placu budowy na 1 m² powierzchni użytkowej budynków V- i XI-kondygnacyjnych

Materiał	„Dąbrowa 70”			„Szczecin”			„W-70”		
	V	XI	średnio	V	XI	średnio	V	XI	średnio
Cement (t)	0,075	0,076	0,076	0,078	0,107	0,098	0,080	0,101	0,095
Piasek (t)	0,332	0,363	0,353	0,402	0,284	0,318	0,456	0,430	0,437
Żwir (t)	0,191	0,200	0,197	0,252	0,320	0,300	0,191	0,220	0,209
Stal zbrojeniowa (kg)	2,25	4,37	3,74	2,65	9,29	7,29	2,68	6,84	5,59
Wapno (t)	0,005	0,010	0,008	0,004	0,004	0,004	0,015	0,032	0,027
Tarcica (m ³)	0,002	0,005	0,004	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Prefabrykaty (m ³)	0,536	0,521	0,525	0,711	0,745	0,735	0,549	0,552	0,551

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BPBBO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

stolarki budowlanej i in. W nowych, fabrycznych technologiach tego typu prace zostały niemal całkowicie wyeliminowane.

Pewnym wykładnikiem stopnia uprzemysłowienia jest zużycie drewna do deskowań, rusztowań, pomostów itp. W systemach fabrycznych jest ono niższe ze względu na zredukowanie niemal do zera konieczności wykonywania deskowań.

Zdecydowanie niekorzystnie prezentuje się system „Szczecin” z punktu widzenia zużycia stali budowlanej na placu budowy: jest ono niemal dwukrotnie wyższe niż w systemie „Dąbrowa 70”. Różnica ta dotyczy głównie budynków XI-kondygnacyjnych. Brak takiej różnicy w grupie budynków V-kondygnacyjnych wskazuje, że rozbieżności te nie są wynikiem większego zbrojenia na złączach, lecz konieczności cięższego zbrojenia fundamentów, co mogło być spowodowane odmiennymi warunkami posadowienia oraz na pewno większym ciężarem budynku.

Największą pozycją w omawianym zestawieniu jest zużycie prefabrykatów. Występujące tu istotne różnice między poszczególnymi technologiami oznaczają, że grubość elementów prefabrykowanych nie jest jednakowa we wszystkich systemach. Znaczenie tego miernika nie jest duże, dlatego konieczne będzie przeliczenie zużycia prefabrykatów na zużycie materiałów zastosowanych do ich produkcji — wielkość ta, połączona ze zużyciem materiałów na placu budowy stanowić będzie najlepsze kryterium oceny materiałochłonności systemów budownictwa mieszkaniowego.

3. CAŁKOWITA MATERIAŁOCHŁONNOŚĆ

W przedstawionym w tab. 8 porównaniu najkorzystniej prezentuje się system „W-70” — we wszystkich najważniejszych grupach materiałów zużycie jest tu mniejsze niż w pozostałych technologiach. Wysokiej oceny nie powinna nawet podważać stosunkowo duża pracochłonność, która po wybudowaniu fabryki domów zostanie zapewne obniżona. Istnieje także szansa na dalsze zmniejszenie zużycia materiałów dzięki lepszej gospodarce materiałowej i podniesieniu jakości produkowanych elementów, co będzie możliwe w zakładzie stacjonarnym.

Wysoka ocena, jaką uzyskał system „Szczecin” na podstawie analizy pracochłonności zostaje w poważnym stopniu przekreślona dużym zużyciem materiałów, przede wszystkim stali i cementu.

Ponieważ system „W-70” staje się stopniowo dominujący na terenie miasta Łodzi, warto ocenić relacje materiałochłonności między nim a pozostałymi technologiami. Obrazuje to tab. 9.

Wyraźnie tu widać przewagę tego systemu nad innymi. Dotyczy ona głównie stali i cementu, a więc materiałów, w odniesieniu do któ-

Tabela 8

Zużycie podstawowych materiałów budowlanych w produkcji prefabrykatów i na placu budowy w przeliczeniu na 1 m² powierzchni użytkowej — wielkości średnie dla budynków V- i XI-kondygnacyjnych

System	Faza produkcji	Cement (t)	Żwir (t)	Piasek (t)	Stal zbrojenio- wa (kg)	Wapno (t)	Tarcica (m ³)	Keram- zyt (t)
„Dąbrowa 70”	prefabrykacja	0,227	0,718	0,214	25,50	—	—	—
	plac budowy	0,076	0,197	0,353	3,74	0,008	0,004	—
	razem	0,303	0,915	0,567	29,24	0,008	0,004	—
„Szczecin”	prefabrykacja	0,257	0,514	0,323	35,85	—	—	0,22
	plac budowy	0,098	0,300	0,318	7,29	0,004	0,002	—
	razem	0,355	0,814	0,641	43,14	0,004	0,002	0,22
„W-70”	prefabrykacja	0,166	0,589	0,226	21,77	—	—	—
	plac budowy	0,095	0,209	0,437	5,29	0,027	0,001	—
	razem	0,261	0,798	0,663	27,36	0,027	0,001	—

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych BPBDO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

Tabela 9

Wskaźniki zużycia podstawowych materiałów budowlanych w poszczególnych systemach budownictwa mieszkaniowego (‰)

System	Cement	Żwir + keramzyt	Piasek	Stal budowlana
„Dąbrowa 70”	116	115	86	107
„Szczecin”	136	130	97	158
„W-70”	100	100	100	100

Źródło: Obliczenia własne.

rych istnieją największe trudności z pełnym pokryciem zapotrzebowania. Być może przy użyciu miernika wartościowego relacje materiałochłonności kształtowałyby się nieco inaczej, lecz nie na tyle, aby ocena systemów uległa radykalnej zmianie. Poza tym jednostki naturalne są miernikiem bardziej obiektywnym i pozbawionym wad, jakie niesie ze sobą każde ujęcie wartościowe. Przy ostatecznej ocenie można posłużyć się syntetycznym miernikiem materiałochłonności ilustrującym ciężar budynku w przeliczeniu na 1 m² pow. użytkowej lub 1 m³ kubatury. Nie jest to wprawdzie wskaźnik obiektywny, gdyż sumuje się tu

wagę materiałów o różnej cenie, różnym przeznaczeniu i zakresie stosowania, niemniej daje pewne wyobrażenie o wolumenie wbudowanych produktów, surowców i półfabrykatów.

Tabela 10

Ciężar jednostkowy budynków realizowanych w poszczególnych systemach — wartości średnie dla budynków V- i XI-kondygnacyjnych

Jednostka miary	„Dąbrowa 70”	„Szczecin”	„W-70”
T/m ² powierzchni użytkowej	1,765	2,323	1,798
T/m ³ kubatury	0,392	0,473	0,410

Zródło: Dene BPBBO „Miastoprojekt — Łódź-Miasto”.

Podane w tab. 10 wielkości potwierdzają wyraźnie najwyższą materiałochłonność systemu „Szczecin” i nie usprawiedliwia jej nawet większe niż w przypadku „Dąbrowy 70” zużycie materiałów wykończeniowych i wyposażeniowych, gdyż są to materiały stosunkowo lekkie. Tak duża różnica ciężaru jednostkowego musi wynikać tylko z różnic w zużyciu materiałów podstawowych, stosowanych masowo, a więc: kruszyw, cementu i stali.

O ile w przypadku systemu „Szczecin” zdecydowanie można stwierdzić, że jest on najbardziej materiałochłonny spośród omawianych, o tyle trudniej wskazać jednoznacznie technologię najlepszą z tego punktu widzenia, bowiem różnice między „Dąbrową 70” a „W-70” nie są aż tak wyraźne. Mimo to wydaje się, że za „W-70” przemawia więcej okoliczności, a mianowicie: obecnie jest on mniej materiałochłonny mimo małego stopnia wdrożenia i produkcji elementów odbywającej się w warunkach niezgodnych z założeniami projektowymi.

Do pełnej oceny systemów technologiczno-konstrukcyjnych realizacji budownictwa mieszkaniowego potrzeba jeszcze wielu innych elementów, jak: koszt jednostkowy, cykl budowy, walory użytkowe mieszkań; jednakże nawet porównanie systemów we wszystkich tych aspektach nie pozwoliłoby na udzielenie ostatecznej odpowiedzi na pytanie, która z technologii jest najefektywniejsza. Aby taką odpowiedź otrzymać, należy najpierw ustalić wagę poszczególnych kryteriów lub wybrać kryterium decydujące, jest to jednak sprawa trudna, bowiem każdy z podmiotów oceniających walory systemu inne jego cechy uznaje za najistotniejsze, np.: inwestor zainteresowany jest efektami użytkowymi oraz prawidłową eksploatacją, projektant — możliwościami kształtowania dowolnych układów mieszkań oraz różnorodnych form budynku

i osiedla, producent — prostotą i ograniczoną liczbą typorozmiarów elementów, wykonawca — łatwością ich montażu i transportu, użytkownik — standardem mieszkania i odpowiednio do własnych potrzeb rozwiązana funkcjonalnością przy określonej cenie.

Wydać się rzeczą niemożliwą zaspokoić wszystkie te — miejscami sprzeczne ze sobą — wymagania, trzeba jednak wybrać rozwiązania, które w możliwie najlepszy sposób służyć będą realizacji zadań stojących przed budownictwem mieszkaniowym.